

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3425070 A1

⑤① Int. Cl. 4:  
B01D 53/34  
F 23 J 15/00

②① Akt nzeichen: P 34 25 070.0  
②② Anmeldetag: 7. 7. 84  
②③ Offenlegungstag: 16. 1. 86

DE 3425070 A1

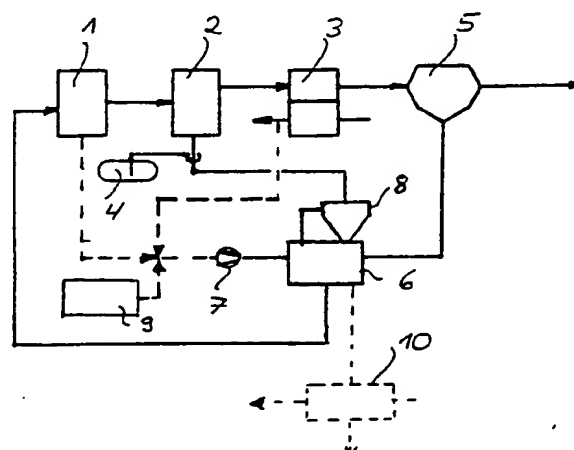
⑦① Anmelder:  
STEAG AG, 4300 Essen, DE

⑦② Erfinder:  
Hannes, Klaus, Dr.-Ing., 5628 Heiligenhaus, DE;  
Weber, Ekkehard, Prof. Dr.-Ing., 4300 Essen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Entstickung von staubhaltigen Verbrennungsabgasen und Feuerung mit Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Bei einem Verfahren zur Entstickung von staubhaltigen Verbrennungsabgasen, bei dem den Abgasen ein Reduktionsmittel (4) zugesetzt wird und danach der Staub mit anhaftendem Reduktionsmittel und ggf. anhaftenden Verbindungen des Reduktionsmittels abgeschieden (5) wird, wird erfindungsgemäß zur Reinigung des abgeschiedenen Staubs (6) der abgeschiedene Staub erwärmt und das dabei ausgetriebene Reduktionsmittel mittels eines Trägergases (7) abgezogen. Vorzugsweise wird das Trägergas mit dem ausgetriebenen Reduktionsmittel den noch nicht entstickten Abgasen zugeführt.



DE 3425070 A1

1 STEAG Aktiengesellschaft  
Bismarckstraße 54  
4300 Essen 1

5 Stichwort:  $\text{NH}_3$ -Austreibung  
Az.: 717

Verfahren zur Entstickung von staubhaltigen Verbren-  
nungsabgasen und Feuerung mit Vorrichtung zur Durch-  
führung des Verfahrens

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Entstickung von staubhaltigen Ver-  
brennungsabgasen, bei dem den Abgasen mindestens  
ein frisches Reduktionsmittel, ggf. Hilfsreduk-  
tionsmittel, zugesetzt wird und danach der Staub  
mit anhaftendem Reduktionsmittel und ggf. anhaften-  
den Verbindungen des Reduktionsmittels abgeschie-  
den wird, dadurch gekennzeichnet,

daß der abgeschiedene Staub erwärmt wird und  
das dabei ausgetriebene Reduktionsmittel mittels  
eines Trägergases abgezogen wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß das Trägergas mit dem ausgetriebenen Reduk-  
tionsmittel den noch nicht entstickten Abgasen  
zugeführt wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,

35

daß der Staub mit einem heißen Gas direkt erwärmt  
wird, das zugleich als Trägergas dient.

- 1     4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3,  
          dadurch gekennzeichnet,  
  
          daß der abgeschiedene Staub mittels heißer Ver-  
5     brennungsluft, heißem Verbrennungsabgas, Dampf  
          oder elektrischem Strom erwärmt wird, wobei die  
          Wärmeübertragung auf den Staub direkt oder indirekt  
          über aufgeheizte Heizflächen erfolgt.
- 10    5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4,  
          dadurch gekennzeichnet,  
  
          daß bei einer Schmelzfeuerung der Staub nach  
          Austreiben des Reduktionsmittels ungekühlt in  
15    die Schmelzfeuerung eingeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4,  
          dadurch gekennzeichnet,  
  
20    daß bei einer Trockenfeuerung der Staub nach  
          Austreiben des Reduktionsmittels zur Wärmerückge-  
          winnung abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 - 6,  
25    dadurch gekennzeichnet,  
  
          daß dem Trägergas mit ausgetriebenem Reduktions-  
          mittel das frische Reduktionsmittel zugemischt  
          wird.  
30
8. Feuerung mit einer Vorrichtung zur Durchführung  
          des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 7  
          mit einer Reaktionszone und einem dieser nachge-  
          schalteten Staubabscheider, dadurch gekennzeichnet,  
35

3425070

3425070

3

1        daß dem Staubauslaß des Staubabscheiders (5)  
         eine Aufheizzone (6) nachgeschaltet ist, die  
         direkt oder indirekt beheizbar ist.

5        9.    Feuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

         daß die Aufheizzone (6) mit der Reaktionszone  
         (2) verbunden ist derart, daß ein der Aufheizzone  
         zugeführtes Trägergas (7) mit ausgetriebenem Reak-  
10        tionsmittel der Reaktionszone (2) zuführbar ist.

15

20

25

30

35

1 STEAG Aktiengesellschaft  
Bismarckstraße 54  
4300 Essen 1

5 Stichwort:  $\text{NH}_3$ -Austreibung  
Az.: 717

Verfahren zur Entstickung von staubhaltigen Verbren-  
nungsabgasen und Feuerung mit Vorrichtung zur Durch-  
10 führung des Verfahrens

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren der  
im Oberbegriff des vorstehenden Anspruches 1 genannten  
Art.

15 Bei einer Vielzahl von Verfahren zur Entstickung  
von staubhaltigen Verbrennungsabgasen wird den Ver-  
brennungsabgasen ein Reduktionsmittel zur Entfernung  
von Stickstoffmonoxid aus den sauerstoffhaltigen  
20 Verbrennungsabgasen durch selektive Reduktion ohne  
Katalysator oder durch selektive Reduktion mit Kata-  
lysatoren zugeführt. Als Reduktionsmittel wird in erster  
Linie Ammoniak eingesetzt. Weiterhin können z. B.  
Ammoniakvorstufen eingesetzt werden (vgl. die DE-PS  
25 24 11 672). Auch können Reduktionsmittel mit organisch  
gebundenem Stickstoff, z. B. Amine oder Amide gemäß  
DE-OS 26 30 202, eingesetzt werden. Bei der Verfahrens-  
führung ist ein Schlupf von unverbrauchtem Reduktions-  
mittel aus der Reaktionszone, in die es eingebracht  
30 wird, unvermeidbar. Es wurde festgestellt, daß im  
Falle des Ammoniaks bzw. der Ammoniakvorstufen der  
Schlupf sich im überwiegenden Teil als an der Ober-  
fläche des Flugstaubs absorbiertes  $\text{NH}_3$  bzw. Ammonium-  
verbindungen darstellt, während ein wesentlich geringe-  
35 rer Teil in dem entstickten Rauchgas verbleibt.

- 1 Wenn er mit dem Reduktionsmittel beaufschlagt ist,  
läßt sich der abgeschiedene Flugstaub (die Abscheidung  
erfolgt üblicherweise in Elektrofiltern) für viele  
seiner bisherigen Verwendungszwecke nicht mehr ein-  
5 setzen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung,  
ein Verfahren anzugeben, das zu einem im wesentlichen  
für die bisherigen Einsatzzwecke geeigneten Flugstaub  
10 führt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der abgeschie-  
dene Staub erwärmt wird und das dabei ausgetriebene  
Reduktionsmittel mittels eines Trägergases abgezogen  
15 wird.

Durch die Erwärmung des Flugstaubs auf eine Temperatur  
von vorzugsweise 100 bis 500°C, hierbei wiederum  
bevorzugt 120°C - 250°C, wird das anhaftende Reduk-  
20 tionsmittel, z. B.  $\text{NH}_3$ , bzw. das Ammonium aus den  
Ammoniumverbindungen bzw. Amin oder Amid und entspre-  
chende Verbindungen ausgetrieben und somit die Filter-  
asche gereinigt.

25 Ein besonders wirtschaftliches Entstickungsverfahren  
wird erreicht, wenn das Trägergas mit dem ausgetrie-  
benen Reduktionsmittel den noch nicht entstickten  
Abgasen zugeführt wird, d. h. das absorbierte Reduk-  
tionsmittel wird für den Entstickungsprozeß zurückge-  
30 wonnen. Dabei bietet sich die bevorzugte Verfahrens-  
führung an, daß dem Trägergas mit ausgetriebenem  
Reduktionsmittel das frische Reduktionsmittel zuge-  
mischt wird.

35

1 Weiterhin wird eine besonders einfache Verfahrens-  
führung erreicht, wenn der Staub mit einem heißen  
Gas direkt erwärmt wird, das zugleich als Trägergas  
dient.

5 Das heiße Gas kann z. B. heiße Luft oder heißes Ver-  
brennungsabgas sein.

10 Im übrigen kann der abgeschiedene Staub mittels heißer  
Verbrennungsluft, heißem Verbrennungsabgas, Dampf  
oder elektrischem Strom erwärmt werden, wobei die  
Wärmeübertragung auf den Staub direkt oder indirekt  
über aufgeheizte Heizflächen erfolgt. Auf die besondere  
15 Bedeutung der gleichzeitigen Verwendung des Heizgases  
als Trägergas bei direkter Erwärmung wurde bereits  
verwiesen.

Falls die Verbrennungsabgase aus einer Schmelzfeuer-  
ung stammen, ist es von Vorteil, wenn der Staub  
20 nach Austreiben des Reduktionsmittels ungekühlt in  
die Schmelzfeuerung eingeführt wird, um dort einge-  
bunden zu werden.

25 Im Falle einer Trockenfeuerung, bei der keine Einbin-  
dung des abgeschiedenen Flugstaubs in der Feuerung  
erfolgt, ist es von Vorteil, wenn der Staub nach  
Austreiben des Reduktionsmittels zur Wärmerückgewin-  
nung abgekühlt wird. Die Abkühlung könnte z. B. durch  
Kesselspeisewasser erfolgen.

30 Wie aus der zitierten DE-PS 24 11 672 hervorgeht,  
kann bei einer Entstickung ohne Katalysator neben  
dem eigentlichen Reduktionsmittel, vorzugsweise Ammoniak,  
noch ein Hilfsreduktionsmittel eingesetzt werden,  
35 um die untere Grenze des Temperaturfensters bei alleini-

- 1 ger Verwendung von Ammoniak nach unten Absenken zu können. Dies ist auch beim vorliegenden Verfahren möglich.
- 5 Die Erfindung richtet sich auch auf eine Feuerung mit einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Reaktionszone und einem dieser nachgeschalteten Staubabscheider.
- 10 Erfindungsgemäß ist die Feurung dadurch gekennzeichnet, daß dem Staubausschlaß des Staubabscheiders eine Aufheizzone nachgeschaltet ist, die direkt oder indirekt beheizbar ist.
- 15 Vorzugsweise ist die Aufheizzone mit der Reaktionszone verbunden derart, daß ein der Aufheizzone zugeführtes Trägergas mit ausgetriebenem Reduktionsmittel der Reaktionszone zuführbar ist.
- 20 Die Erfindung soll nun anhand der beigefügten Figur genauer beschrieben werden.
- Die Rauchgase einer Schmelzkammerfeuerung 1 werden einem Reaktor 2 zugeleitet, in dem sie entstickt
- 25 werden sollen. Die gereinigten Rauchgase durchströmen einen regenerativen Luftvorwärmer 3, in dem die der Schmelzfeuerung zuzuführende Verbrennungsluft vorgewärmt wird.
- 30 Aus einem Vorratsbehälter 4 wird dem Reaktor 2 als Reduktionsmittel Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) zugeleitet.
- Die gereinigten und abgekühlten Rauchgase treten in einen Staubabscheider 5, vorzugsweise ein Elektro-
- 35 filter, ein, in dem der Flugstaub abgeschieden wird.



1 Die Rauchgase verlassen den Staubabscheider 5 und  
werden ggf. nach einer Entschwefelung einem Kamin  
zugeleitet. Die im Filter 5 abgeschiedene Asche enthält  
ungefähr 80 % des Ammoniaks, das im Reaktor 2 nicht  
5 zur Entstickung beigetragen hat. Durch das angelagerte  
 $\text{NH}_3$  und eventuelle Ammoniumverbindungen ist die Verwend-  
barkeit der aus dem Staubabscheider 5 abzuziehenden  
Asche eingeschränkt, z. B. bereits durch die Geruchs-  
entwicklung.

10

Wie aus der Figur ersichtlich ist, wird der abgeschie-  
dene Staub einem Desorber 6 zugeführt, was auf pneuma-  
tische oder mechanische Weise erfolgen kann. In dem  
Desorber wird der Staub so weit aufgewärmt, daß anhaf-  
15 tendes  $\text{NH}_3$  desorbiert bzw. aus den entsprechenden  
Ammoniumverbindungen, die an dem Staub anhaften,  
ausgetrieben wird. Für den Desorber sind verschiedene  
Möglichkeiten gegeben. So kann die Wärmeübertragung  
auf den Staub direkt erfolgen, indem die Wärme auf  
20 den Staub in einem Staubwirbelbett übertragen wird.  
Auch ist es möglich, Staub indirekt über beheizte  
Heizflächen zu erwärmen. Über ein Gebläse 7 wird  
der Desorber mit einem Trägergas beaufschlagt, der  
aus dem Desorber unter Mitnahme des desorbierten  
25 Ammoniaks über einen als Zyklon dargestellten Staubab-  
scheider 8 abgezogen wird. Das den Staubabscheider 8  
verlassende Trägergas wird dem Reaktor 2 zugeführt.  
Wie aus der Figur ersichtlich ist, kann das aus dem  
Vorratsbehälter 4 zur Entstickung herangeführte Ammoniak  
30 in die Verbindungsleitung zwischen Staubabscheider 8  
und dem Reaktor 2 eingedüst werden. Es ist aber auch  
eine Rückführung des wiedergewonnenen Ammoniaks ge-  
trennt von der Zuführung des Ammoniaks aus dem Vorrats-  
behälter 4 denkbar.

35

1 Als Träger- und Heizgas kann mittels des Gebläses  
7 ein Teilstrom der Verbrennungsluft aus dem Luftvor-  
wärmer 3 genutzt werden. Auch ist es möglich, Rauchgas  
aus dem Kessel oder Heißgas aus einem gesonderten  
5 Heißgaserzeuger zu verwenden. Die Abzugstelle des  
heißen Rauchgases aus dem Kessel hängt von der erforder-  
lichen Temperatur ab. Unter Umständen ist es sogar  
sinnvoll, Kesselrauchgas zwischen Reaktor 2 und Luft-  
vorwärmer 3 abzuführen. In der Figur sind drei Heiß-  
10 gasquellen zusammen dargestellt. Einzelne Quellen  
oder Kombinationen von Quellen z. B. in Abhängigkeit  
von der Kessellast sind denkbar.

Weiterhin ist es auch möglich, den Desorber mit Dampf  
15 oder elektrisch zu beheizen, wobei die Wärmeübertragung  
bevorzugt über Heizflächen erfolgt. Aus dem Desorber 6  
wird der Filterstaub abgezogen und in die Schmelzfeuer-  
ung zurückgeführt, um dort eingebunden zu werden.  
Da das Einbinden bei wesentlich höheren Temperaturen  
20 als den Temperaturen im Reaktor erfolgt, ist es auch  
bei Einbindung des Flugstaubs sinnvoll, vor Einbindung  
das anhaftende  $\text{NH}_3$  abzutreiben, da eine Rückführung  
des abgeschiedenen Flugstaubs mit absorbiertem  $\text{NH}_3$   
in die Einschmelzzone zu einer Erhöhung der NO-Bildung  
25 in der Schmelzfeuerung führt. Der Staub kann aber  
auch zur anderweitigen Nutzung aus dem Desorber abge-  
zogen werden.

Der Desorber wird vorzugsweise auf eine Temperatur  
30 über  $100^\circ\text{C}$  erwärmt, da die Filtertemperatur üblicher-  
weise in diesem Bereich liegt.

Falls die Feuerung keine Schmelzfeuerung, sondern  
eine Trockenfeuerung ist, in die kein Flugstaub zurück-  
35 geführt wird, ist es zweckmäßig, den Flugstaub in

1 einem Kühler 10 (gestrichelt dargestellt) herunterzu-  
kühlen, um zumindest einen Teil der Flugstaubwärme  
zurückzugewinnen. Der Kühler 10 kann z. B. in den  
Wasserkreislauf der Trockenfeuerung eingebunden sein.

5

In der Figur ist der besseren Klarheit wegen der  
Reaktor 2 als gesonderter Block gegenüber der Feuerung 1  
dargestellt. Der Reaktor braucht aber nicht als geson-  
dertes Bauteil ausgebildet zu sein. Das Reduktionsmit-  
10 tel kann auch bei einer selektiven nichtkatalytischen  
Reduktion, wie sie Gegenstand der DE-PS 24 11 672  
ist, direkt in einen Kesselzug in eine Zone eingedüst  
werden, in der die für die entsprechende Reaktion  
erforderliche Temperatur herrscht.

15

Bei welcher Temperatur das Reduktionsmittel in den  
Abgasstrom eingebracht wird, ist für die vorliegende  
Erfindung nicht entscheidend, denn diese richtet  
sich alleine auf das Austreiben von an abgeschiedenem  
20 Staub anhaftenden Reduktionsmittel.

25

30

35

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 25 070  
B 01 D 53/34  
7. Juli 1984  
16. Januar 1986

